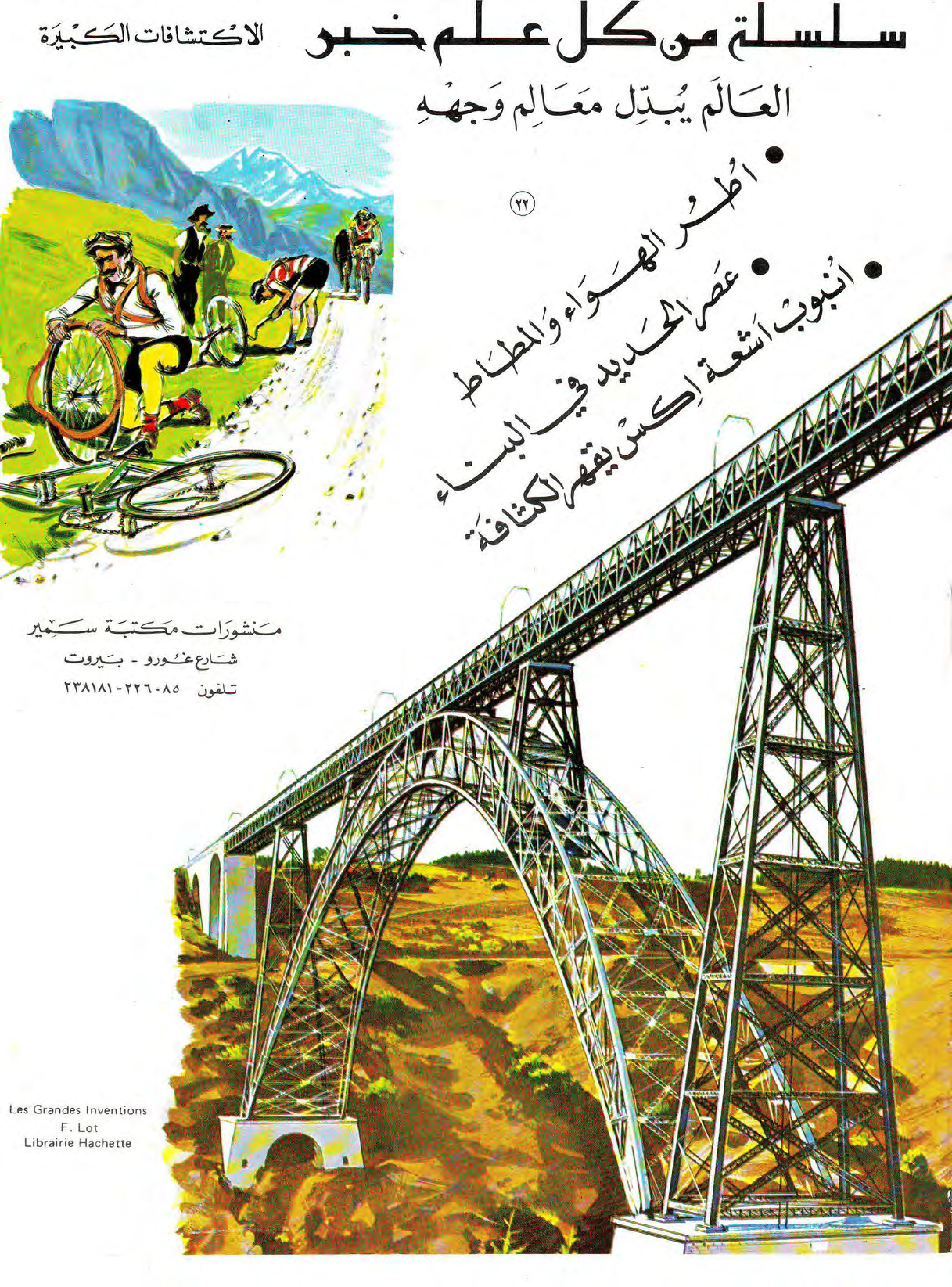
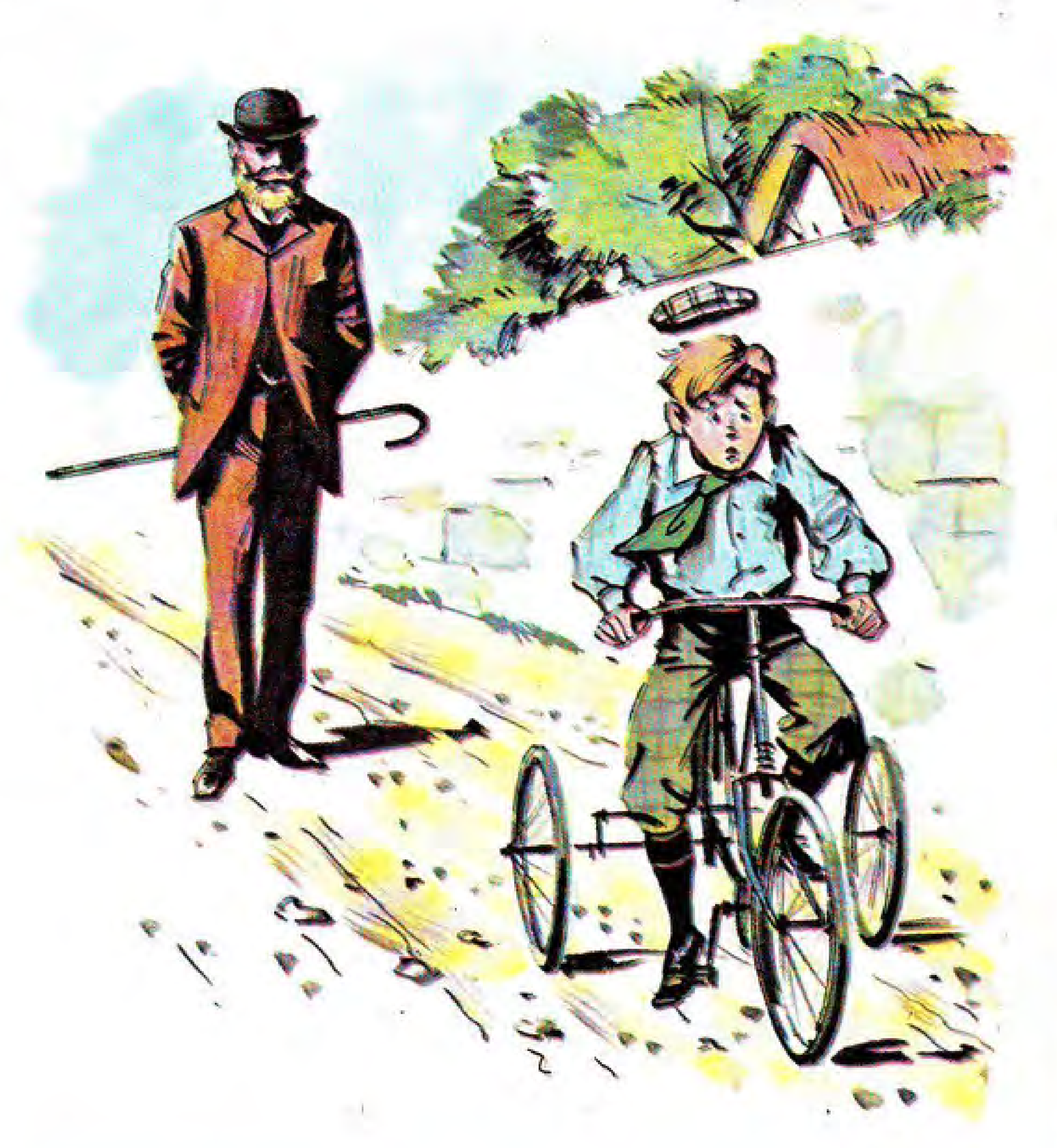

سلسلة من كل علم خبر
الاكتشافات الكبيرة
العالم يبدّل معالم وجهه
(٢٢)
• أُطُر الهواء والمطاط
• عصر الحديد في البناء
• أنبوب أشعة إكس يقهر الكثافة
منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١
Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



- ما أكثر انفزارَ الأطر الهوائيّة في السباقات ! لذا يحتاط المتبارون للأمر ، فيحملون الأُطرَ الهوائيّة البديلة ملفوفةً حول صدورهم .



- « جون بُوْيد دَنلوب » وابنه « جوني » يقفز على دراجته الهوائيّة ، وقد زُوِّدت عجلاتُها بأطُر من المطَاط المليء . ما الحيلة في ذلك ؟

اطُر الهَواء وَالمطَاط

كان الطبيبُ البَيطريُّ الأُسكُتلَنديّ الطِّيبُ القلب ، « جُون بُوْيد دَنلوب » (١٨٤٠ – ١٩٢١) ، يَجوبُ[١] الريفَ الإرلَنديّ بعَرَبة خيل بسيطة ، ويزورُ المزارع في ضواحي « بلْفاسْت » ، حيث كان يَستدعيه عملُه . كانت عَرْبتُه الخفيفة ، على[٢] ما فيها من نَوابض[٣] ، تُعاني[٤] الكثيرَ من الخَضخَضَة والتَرَجرُج ، على طُرقاتِ

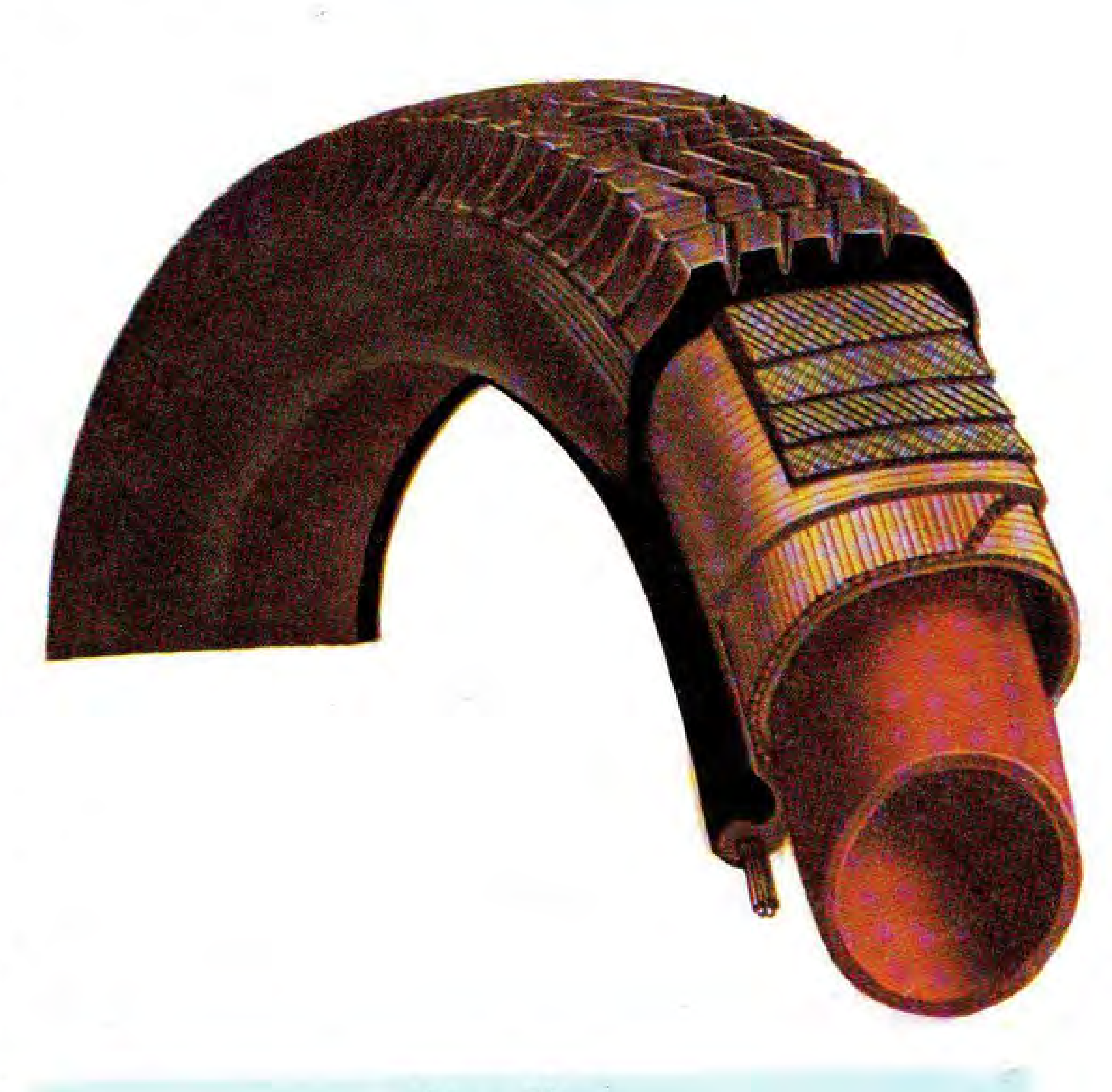
الريف الوَعرَة المُحفَّرة .

أَلم يكنْ من حيلة لمعالجةِ ذاك الوضع المزعِج ؟

كان « دَنلوب » يُفكِّر في ذلك ، وكان يهتمُّ بشؤُون الميكانيكا عامّةً ، وبوسائِل النقل خاصّة . هذا ، وكانت درّاجةُ ابنِه « جوني » الثلاثيَّةُ العجَلات تُعاني المشكلة ذاتَها ، فيُؤذيه أَنْ يراه يَشقى ويُجهد نفسَه على الأرض الخشِنة ، حيثُ ما كانت أُطُرُ[٥] المطّاط الملأى ، التي زُوِّدت بها العجَلاتُ ، تُلطِّف من الخضخضةِ شَيئاً . فكَّر « دنلوب » بإمكانيّةِ وَصلِ الإطار المعدِنيّ بمِحوَر العَجَلة ، بواسطة أَشِعَّة لَيِّنة مَرِنة ، أو بنوابضَ مسطَّحةٍ او حَلَزونيّة ... وفجأةً خطَرت بباله الفكرةُ الحاسِمة[٦] : إن المجال الذي يَنبغي تحسينُ الأوضاع فيه ، هو المجال الواقعُ ما بين العجَلة والطريق .

وإذا « بدَنلوب » يَعمد[٧] الى بعضِ الألواح الخشبيّة ، فيصنع منها اسطوانة من خشب يبلغ قُطرُها ٤٠ سنتمتراً . ثم يُحضِر « ورقةً انكليزيّة » ، وهي عبارةٌ عن ورقة من المَطَّاط المُصمَّغ ، فيصنع منها نوعاً من أُنبوب يُحكِمُ وَصلَ طَرَفيه . إتَّخذ هذا الأُنبوب المُقفَلُ على ذاتِه يشكل دائرة ، شكلَ العَجَلة الخشبيّة الإختباريّة .

بقيَ أَنْ يُزَوَّدَ هذا الإطارُ الهوائيّ بحَلَمة تسمحُ بدخول الهواء : فوَفَت بالحاجة حلمة إحدى المصّاصات . أدرك « دنلوب » أَنَّه إذا ضخَّ الهواء في الأنبوب ، إنتفخَ المطّاط وتعرَّض للإنفجار. وفي صَدَد ذلك يقول في مُذكَّراته : « هنا لجأْتُ الى معارف زَوجتي أستنير بها ، فزوَّدتني بما كنتُ أَحتاجُ اليه : قطعةٍ من كتّان متينٍ أَغبر مَزَقتها من ثوب قديم . عالجتُها

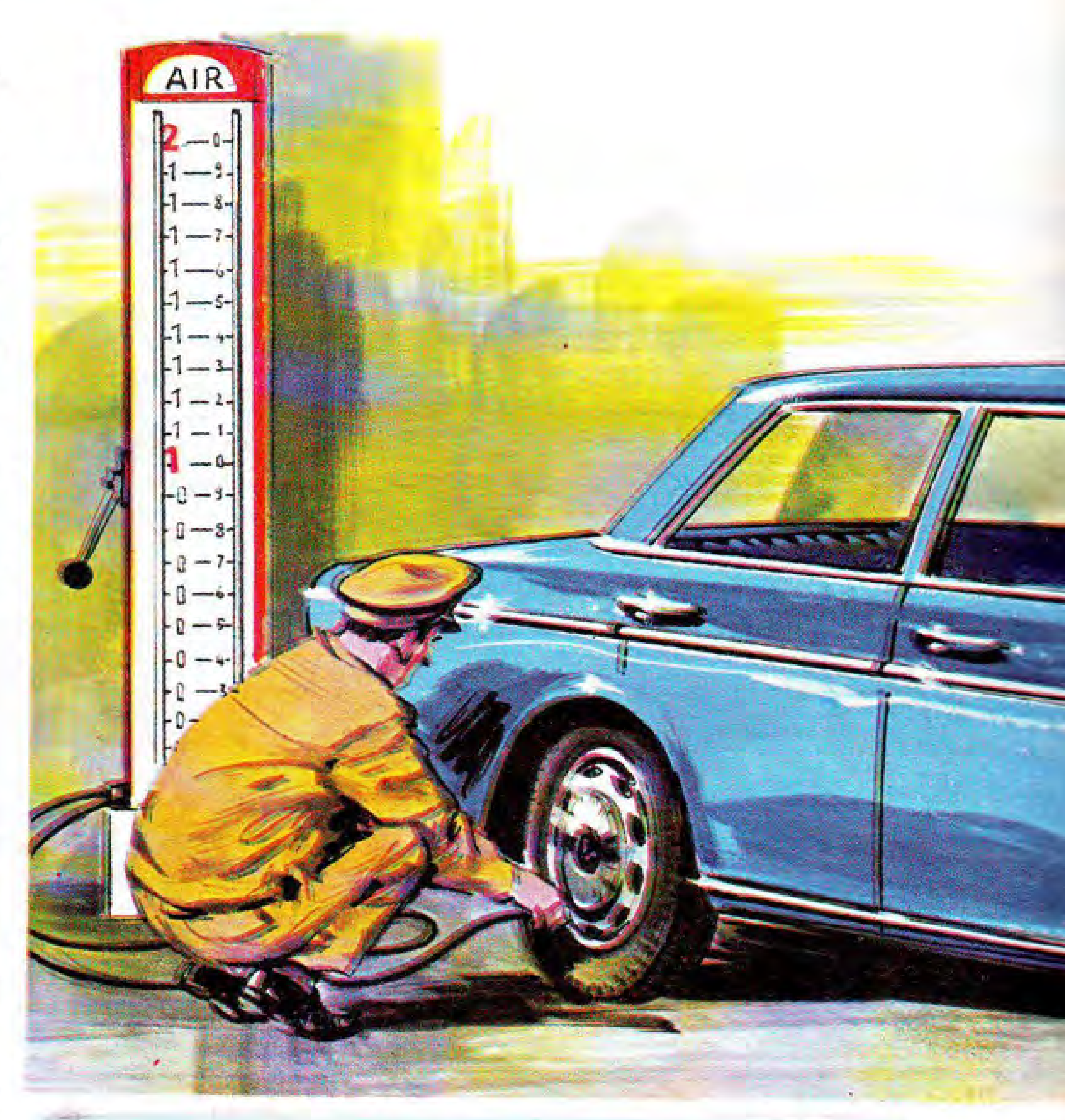


– تركيب إطار.

جدًّا : تناوَلتُ عجلة[9] درّاجة « جوني » الأَماميّة ، ودفعتُها في الساحة . فما لَبِثَتْ أنْ فقَدتْ زَخمَها وانهارت ؛ أمّا الاسطوانةُ الخشبيّة ، فانطلقت بخفّةٍ ، حتّى بلَغَت جدارَ السور ، فارتَطمَت[10] به وارتدَّت واثبةً .

أَعجبَ الاختبارُ « جوني » ، فلمْ يَهدأْ له بالٌ ما لم تُؤَمَّنْ لعجلاتِ درّاجتِه أُطُرٌ هوائيَّة مناسبة . ذلك أنَّه كان مُصمِّماً على أنْ يغلُبَ في السِباق رفاقاً يكبُرونَه سنّاً ، كان يَلتَقيهم بعدَ الدرس ، في ساحة « بِلفاسْت » العامّة . ونَزَل الأب عند رغبةِ ابنهِ ؛ وفي مطلع عام ١٨٨٨ ، كان بِوسع جوني أنْ يَجري على هواه ، مُمتَطِياً درَّاجةً غدَت مسحورة .

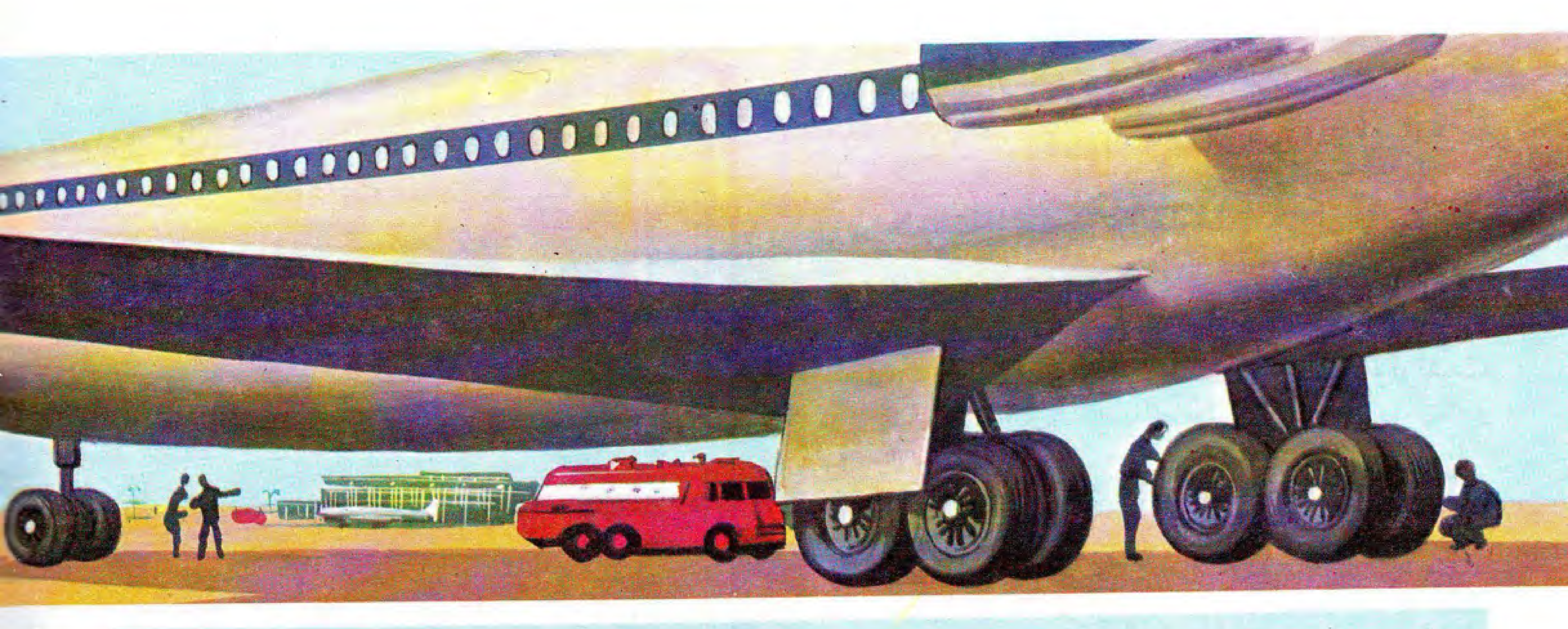
كان « دنلوب » إذاً ، في السنة السابقة ، قد اختَرع إطارَ الهواءِ الداخِليَّ وإطارَ المطَّاط الخارجيَّ في آنٍ معاً ؛ وذلك لرفاهِية راكبي الدرَّاجاتِ الهوائيّة العَتيدين كلِّهم ، ولراحة راكِبي الدرَّاجاتِ النارِيَّة وراكبي السيّارات في العالم بأسره ، دون إغفال المسافرين بطريق الجوّ ، كلَّما أقلَعت طائراتُهم أو حطَّت في مطار.



– احكام نفخِ العَجلات في السيّارة ، شرط هامّ من شروط سلامة السير ، على الطرقات .

وصنعتُ منها درعاً[8] متينةً كسَوتُ بها أُنبوبَ المطَّاط ، وثبَّتُّ هذه العُدَّة كلَّها على الإطار الخشبيّ تَثبيتاً مُحكَماً . إذْ ذاك ، عَمَدْتُ الى منفاخ كُرةِ قدَمْ ، فنفَختُ أُنبوبَ المطَّاطِ بكمِّيَّةٍ من الهواء ، ثم ثَنَيْتُ طرَفَ حَلَمةِ المصَّاصة ، وربطتُها بخيطٍ . ولمَّا فرغتُ من ذلك ، رحتُ أتأمَّلُ نتيجةَ عمَلي بزهوٍ وسرور . »

أمّا تَفَوُّقُ الرِباط الهوائيّ على الرِباط المليء ، فقد ظهر جلِيًّا ، في اختبارٍ بسيط



– عجلات الهبوط في طائرة من طراز « فيْكرِز ف. ك. ١٠ » . يُمكن التثبُّتُ من وضع عجلات الطائرات ، في أيامنا ، باعتماد وسائل خاصة تكشِف كل ضعف ووَهَن .

التفسير

١ – جابَ يجوبُ الريفَ : تجوَّلَ فيه .

٢ – على ما فيها : مع ما فيها .

٣ – نوابض : جمع نابض : جهاز مَرِن يعودُ الى وضعه كلَّما شُدَّ او ضُغِط .

٤ – عانى يُعاني الأَلَم : أصيب به وتحمَّله .

٥ – أُطُر : جمع إطار : ما تُلَبَّسُ به عجلة .

٦ – فكرة حاسمة : جازمة ، تحمل الحلّ .

٧ – عمد إلى الشيء : إستعان به .

٨ – الدِرع : لباس من حديد يحتمي به المحارِب .

٩ – عَجلة عَجَلات : دولاب دواليب .

١٠ – إرتطم الشيءُ بالشيْء : إصطدم به .

الأسئلة

١ – أيَّ عمل كان يتعاطى « جون دنلوب » ؟

٢ – ما الذي كان يُزعجه في تجواله ؟

٣ – ما الذي كان يزعج ابنه ؟

٤ – ما كان سبب الخضخضة والرَجرجة ؟

٥ – كيف صنع « دنلوب » أوّل إطار هوائيّ ؟

٦ – كيف ثبت تفوُّقُ الإطار الهوائي على الإطار الملِيء ؟

٧ – كيف أَفادَ جون من اختراع والده ؟

٨ – ما هي وسائل النقل التي أفادت من اختراع « دنلوب » ؟

عصر الحديد في البناء

كان البناةُ الأقدمون في بلاد مصر واليونان ، إذا أرادوا تَثبيتَ حجارة البناء التي كانوا يرصفونها[1] بعضَها فوقَ بعض رصفاً حيّاً متيناً ، أحكموا رَبطَها بواسطة كلاليب[2] من البُرُنْزِ او الرصاص . وفي القرن السابعَ عشر ، وفَّرَ « كلود بيرو » لقناطر « اللوفر » الأنيقة دعائمَ من حديد . بعد ذلك ، لجأَ المهندس « بسوفلو » الى هيكل من حديد أُلبِس الباطون ، لدَعم قُبَّةِ « البَنْتِيونْ » . وعَقِبَ[3] الحرائق الكبرى التي كانت تَلتهم[4] الهياكلَ الخشبيّة ، أَدرك المهندسون فائدة استعمال الهياكل المعدِنيّة التي لا تحترق . فاخذت هذه الهياكل المعدِنيّة تظهر هنا وهناك ، في بناءِ القصور الخاصّة والمسارح والأسواق ، فيما أخذ المهندسون يَبْنُون الجسور المعدِنيّة المعلَّقة .

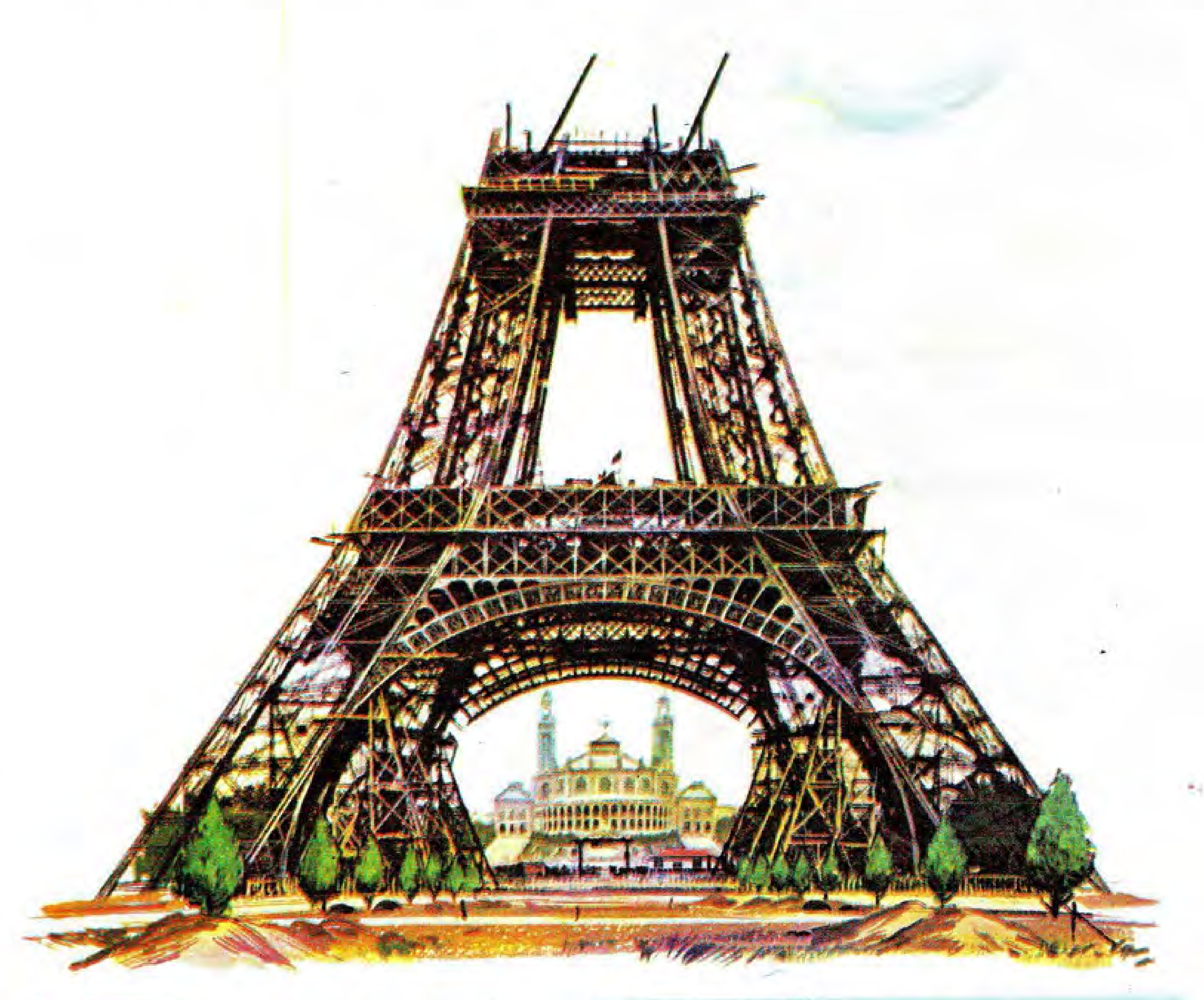
وظهر في لندن « قصرُ البلّور » المشهور الذي أُقِيم بالحديد والزجاج ؛ وشيّدت[5] في باريس كنيسة القديس أُغسطينوس التي بُني هيكلُها من الفُونت ، أو الحديد المسبوك[6] . ومن الأبنية التي شُيِّدَت بالحديد كذلك ، « مكتبةُ القدّيسة جنفييف » ، وقاعةُ المطالعة في المكتبة الوطنيّة ، والقاعاتُ الفسيحة في المحطّات والمخازن الكبيرة ...



– « قصر البلّور » الذي وضع تصميمه « جوزف براكسُن » ، فبُني بكامله من المعدِن والزجاج ، لمناسبة إقامة المعرض العالميّ الأوّل في « هايد بارك » ، لندن ، عام ١٨٥١ . وقد استقبل هذا القصر ١٧٠٠٠ عارض من كلِّ الجنسيّات . أُعيد بناؤُه في حيٍّ آخر ، فقضى عليه حريق مُؤْسِف .

إلَّا أنَّ عصرَ الحديد في هندسة البناء ، بلغ أَوْجَ[٧] ازدهاره ، بمناسبة المعرِض العالميّ الذي أُقيم عام ١٨٨٩ ، والذي أَمَّنَت نجاحَه ثلاثةُ أبنيةٍ هي : قصر الفنون الجميلة والفنون الحرّة الذي بناه « جان فُرميجي » ، وقاعة الآلات الكُبرى التي بناها « دُوتِر » ، وأخيراً وخاصَّة بُرجُ « إيفِل » !

كان « غُستاف إيفل » (١٨٣٢ – ١٩٢٣) ، تحتَ ستار المعدِن ، قد أدارَ أعمالَ جِسر بوردو ، ومَدَّ « جسرَ الغارابي » الجريء ، فوق وادي « التّروييِر » . فتبنّى فكرة مساعدَيْه « إميل نوغييه » و« موريس كُخلِن » ، أَلا وهي إقامةُ بُرج يبلغُ ارتفاعُه ٣٠٠ متر ، ويكون أَرفَعَ بُرجٍ في العالم . بَدأَت الأعمال في شهر كانون الثاني من عام ١٨٨٧ ، وفي ٣١ آذار ١٨٨٩ ، رفع « إيفل » ، على قمَّة البناء ، علمَ بلاده الثلاثيَّ الألوان . بلغ وزنُ البرج ٧١٧٥ طَنّاً ، وتضمَّن أكثر من مليون



– مشهد لبُرج إيفل يوم كان في طور البناء (١٨٨٨) .

دِسار. وفي عام ١٩٥٩ ، أقامت مصلحة الإذاعة والتلفزيون الفرنسيّة ، في قمَّة البرج ، بعضَ تجهيزاتِها الجديدة ، فمدَّدت ارتفاعَه حتى بلغ في رأس أعمدة الإرسال ٣٢٠,٧٥٥ متراً .

وما « برجُ إيفل » ، في الواقع ، إلا عمودُ جسر لا يحمل شيئاً ولا يقوم بأيّ عمل ؛ ولم يُقِمْه بانيه إلاّ ليكون ، على حدِّ قوله ، رمزاً « لفنِّ المهندس ، ولعصرِ الصناعة والعِلم » بيدَ أنَّه اليومَ يلعبُ دوراً خطيراً ، بحمله الهوائِيّات[8] والمنارات ؛ وهو بصفتِه مهدَ « علم الحركة الهوائيّة » الذي أَسَّسه « إيفل » ، كان مركزاً لعدد من الاختبارات العلميَّة المختلفة .

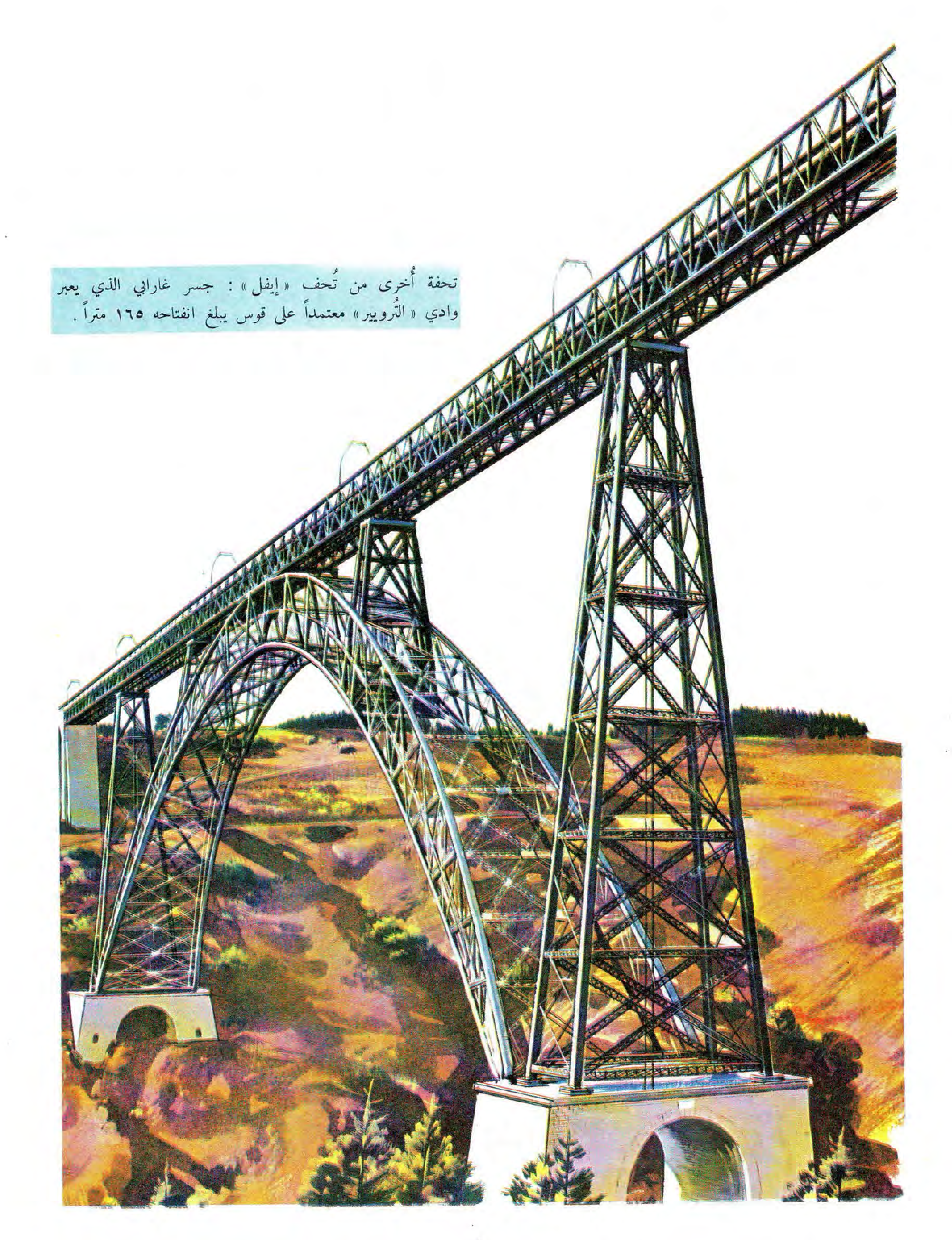
للبناء المعدِنيّ ، مع ما عرفَه من ازدهار ، معارضون ومنتقدون . فقد عِيبَ الحديدُ لأنَّه يتطلَّبُ عناية مُكلِفة ، تفرض طِلاءَه بطبقات من الدهان لحِفظه من الصدأ . إلّا أنَّ خطر الصدأ قد أُبعِد اليوم ، باستعمال دهانات خاصَّة ، وبإِحلال الفولاذ الذي لا يصدأ ، والألومنيوم محلَّ الحديد . هذا ولم يَكسِفْ نجاحُ الباطون المُسلَّح نجاحَ الهياكل المعدنيّة في إقامةِ الأَبنيةِ الكبيرة . فلبعض العوارض المعدِنيّة طول مُذهل قد يبلغُ ٢٠٠ مِتر .

التفسير

١ – رصفَ الحجارة : رَتَّبها .
٢ – كُلّاب كلاليب : قطعة من الحديد معقوفة بشكل صنّارة .
٣ – عقبَ الحرائق : بعد الحرائق .
٤ – إلتهمَ الطعامَ : أكله ، أتى عليه بسرعة .
٥ – شيَّد البناءَ : بناه .
٦ – سبك الحديد : أذابه وصبَّه في قالب ، صَهَره .
٧ – أَوْجُ الشيء : أعلاه .
٨ – هوائيّ الراديو أو التلفزيون : عمود الإرسال أو الإستقبال .

الأسئلة

١ – كيف كان البُناةُ الأقدمون يستعملون المعادِن ؟
٢ – ما هو فضل الهياكل المعدنيّة على الهياكل الخشبيّة ؟
٣ – ما هي المعادن التي استعملت في البناء ؟
٤ – أُذكر بعض الأبنية المشيِّدة بالحديد ؟
٥ – متى بلغ عصر الحديد في البناء أَوج ازدهاره ؟
٦ – ماذا بنى « غُستاف إيفل » ؟
٧ – ماذا تعرف عن بُرج إيفل ؟
٨ – لِمَ يُعاب الحديد ، وكيف يُحافَظُ عليه ؟



تحفة أُخرى من تُحف « إيفل » : جسر غارابي الذي يعبر
وادي « التُروويير » معتمداً على قوس يبلغ انفتاحه ١٦٥ متراً .



— « وِلهلم كُنراد » .

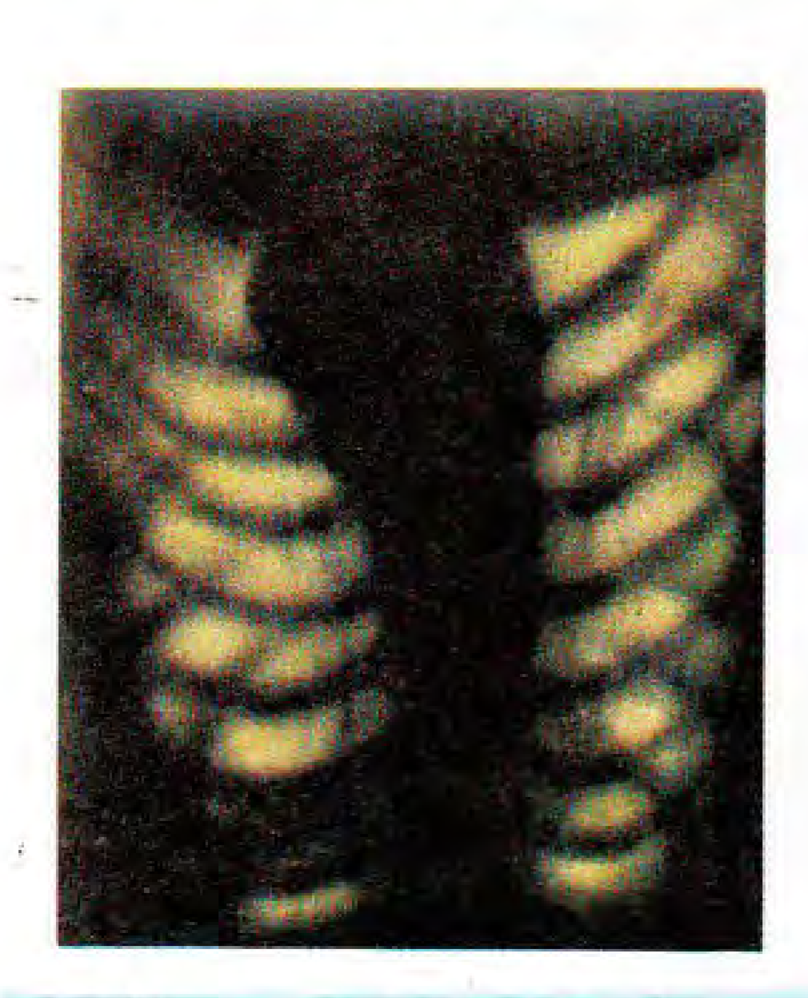
انبوب أشِعّة إِكس يقهر الكثافة

كان العالِم الفيزيائيّ الألماني ، « وِلْهِلْم كُنراد فون رُنْتْجِن » ، قد بلغَ الخمسين من عمره ، عندما أثار اهتمامَه بعضُ الأشعّة المعروفة بالكاتوديّة ، لأنّها كانت تَنشأُ على مُستوى الإلكترود السلبي او الكاتود ، في أُنبوب « كرُوكس » .

وأُنبوبُ كرُوكْس مِصباحٌ أُفرِغَ من الهواء ، وزُوِّد بإِلكْترودَيْن اثنيَن متّصلَيْن بِقُطْبَيْ مُوَلِّدة كهربائية . كانت تلك الأَشِعَّة (المؤَلَّفة من حُزَمٍ من الإلِكْترونات ، كما سيُعرفُ ذلك في ما بعد ، تَظهر للعَيان ، ببعض الظواهر الضوئيّة داخِلَ المصباح .

كان قد لُوحِظ كذلك ، أنَّ بعضَ اللَوْحات الفوتوغرافيّة (الخاصّة بالتصوير الشمسيّ) القريبة من الأُنبوب تتغشّى[1] ؛ كما لُوحِظ أَنَّ شاشةً مَطلِيَّةً بجسم متفَلْوِر مثلِ سِيانور الباريوم البلاتينيّ ، كانت تُضِيءُ وتَشُعّ . والحال أنّه كان يبدو ثابتاً ، أنَّ الأشِعَّة الكاتوديَّة ما كانَت تُفلِت من المصباح . فماذا كان يحدثُ إذاً ؟

بتاريخ ٨ تشرين الثاني ١٨٩٥ ، وهو تاريخ يُذكَر ، لاحظ « رُنتجن » ظاهرةً فريدة من نوعها . كان قد أَلبسَ الأُنبوبَ قبّعةً من كرتون أسود صفيق[٢] ،

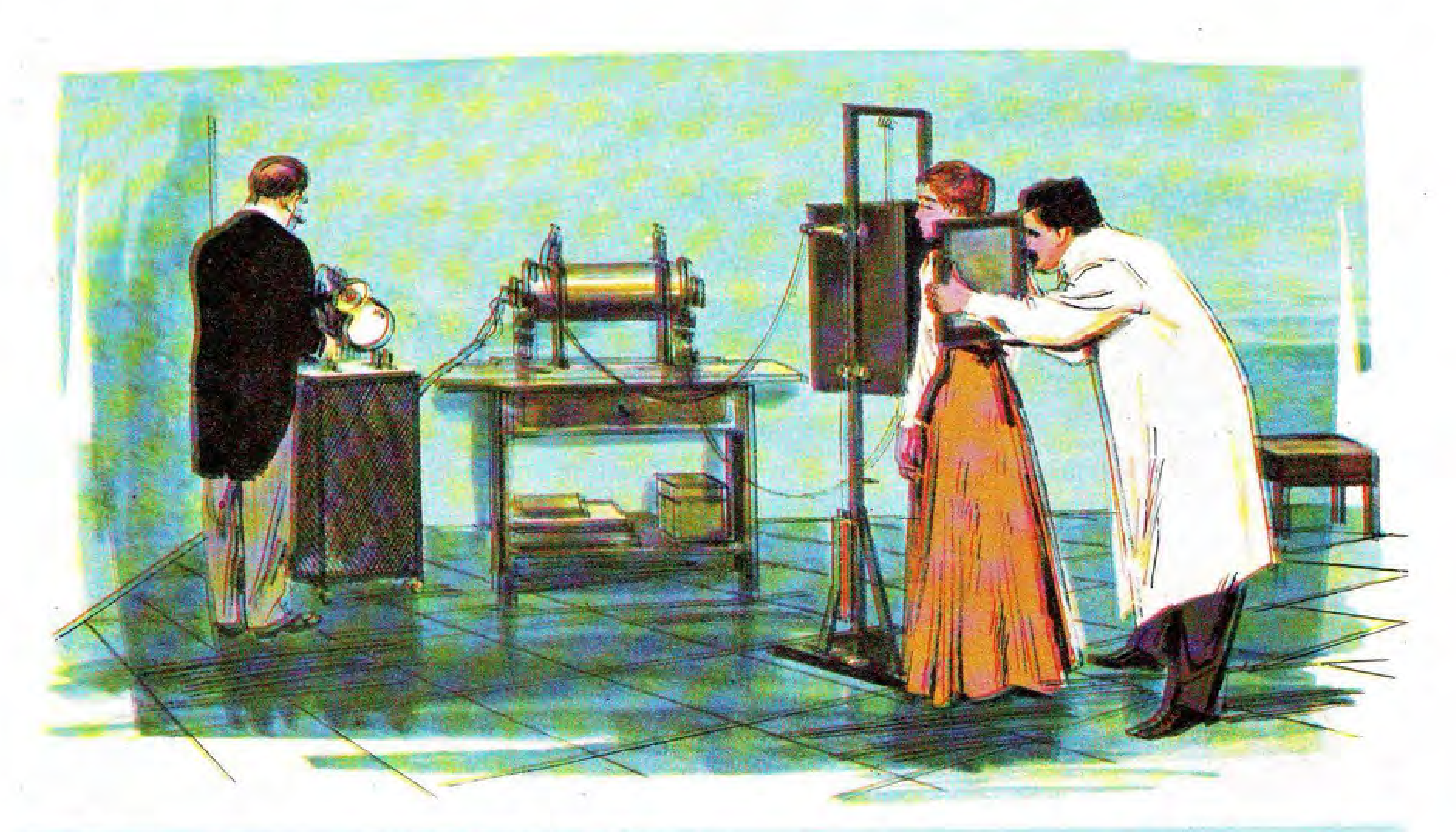


— فحصُ صَدر بواسطة شاشة مُفَلْورة .

لا يخترقه النور؛ فاذا بالشاشة المُتَفَلْوِرة تضيءُ وتَلتَمِعُ بوضوح ، بالرغم من ذاك الإحتياط ... ثبتَ إذ ذاك ، بما لا يَحتملُ الشكّ ، أنَّ إشعاعاً مجهولاً يَنبعث من الأُنبوب ، فيَعجَزُ الكرتون الأسودُ عن حَبسه . أثار هذا الأمرُ فضول[3] « رُنتجن » الى أبعدِ حدّ ، فطلبَ ان يُقامَ سريرُه ، وأن يُؤتى بالطعام في مختبرِه الذي لَن يَبرَحَه طَوال أَسابيعَ مَحمومة .

وتراكمت الإختبارات ، وأَيقن[4] « رُنتجن » يقيناً مطلقاً ، أَنَّ سببَ تلك الظواهر الملحوظة يَكمُنُ في نوعٍ جديدٍ من الإشعاعات ، يَتولَّدُ من اصطدام الأَشِعّة الكاتوديّة بحاجز ، أيْ بالألكترود السلبي . فرمَزَ الى هذه الأشعَّة الغريبة بحرف (س) ، فعُرِفَت بالأَشعَّة المجهولة ، السينيّة .

إتفّق له يوماً ، أنْ رفعَ ذراعَه بين الأُنبوب والشاشة ، فصُعِق بمشاهدة عِظامِ يده : وكانت تلك الظاهرةُ أوّلَ فَحص بالأشعَّة السينيّة . وضع إذْ ذاك محلَّ الشاشة المُتَفَلْوِرة لوحةً حسَّاسة ، فحصل على صُور في غاية الغرابة ، وإذا هي أوّلُ صُوَرٍ إشعاعيّة سينيّة . ولقد أثارت هذه الصورُ ضجّةً كبيرةً في العالم : كانت أُولاها تُظهِر يَدَ السيِّدة « رنتجن » هيكليَّة مجرَّدةً من اللحم . ولم تكن صورةُ البِركار



– صورة إشعاعيّة عام ١٨٩٦ . ما كان المصوِّرون يومَذاك يتّقون الأشعَّة ، فذهب منهم ضحايا كثيرون .





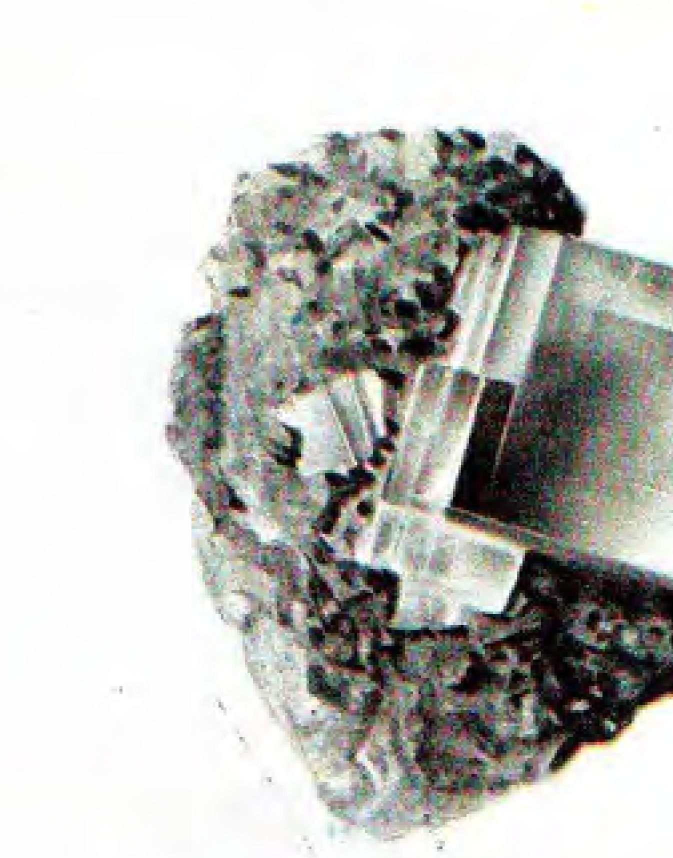
– أظهرت الصورة الإشعاعيّة التي أُخِذت لرسم « رَمبرانت » هذا ، أنَّ على قطعةِ الكتّان ملامحَ رسم لم يكتمل ، يُمثِّلُ امرأة منحنية على مهدِ طفل .

أو الأوزان المعدِنيّة ، المرتسِمة بوضوح عبرَ جُدران إحدى العُلب ، أقلَّ إثارة للدهشة والذهول .

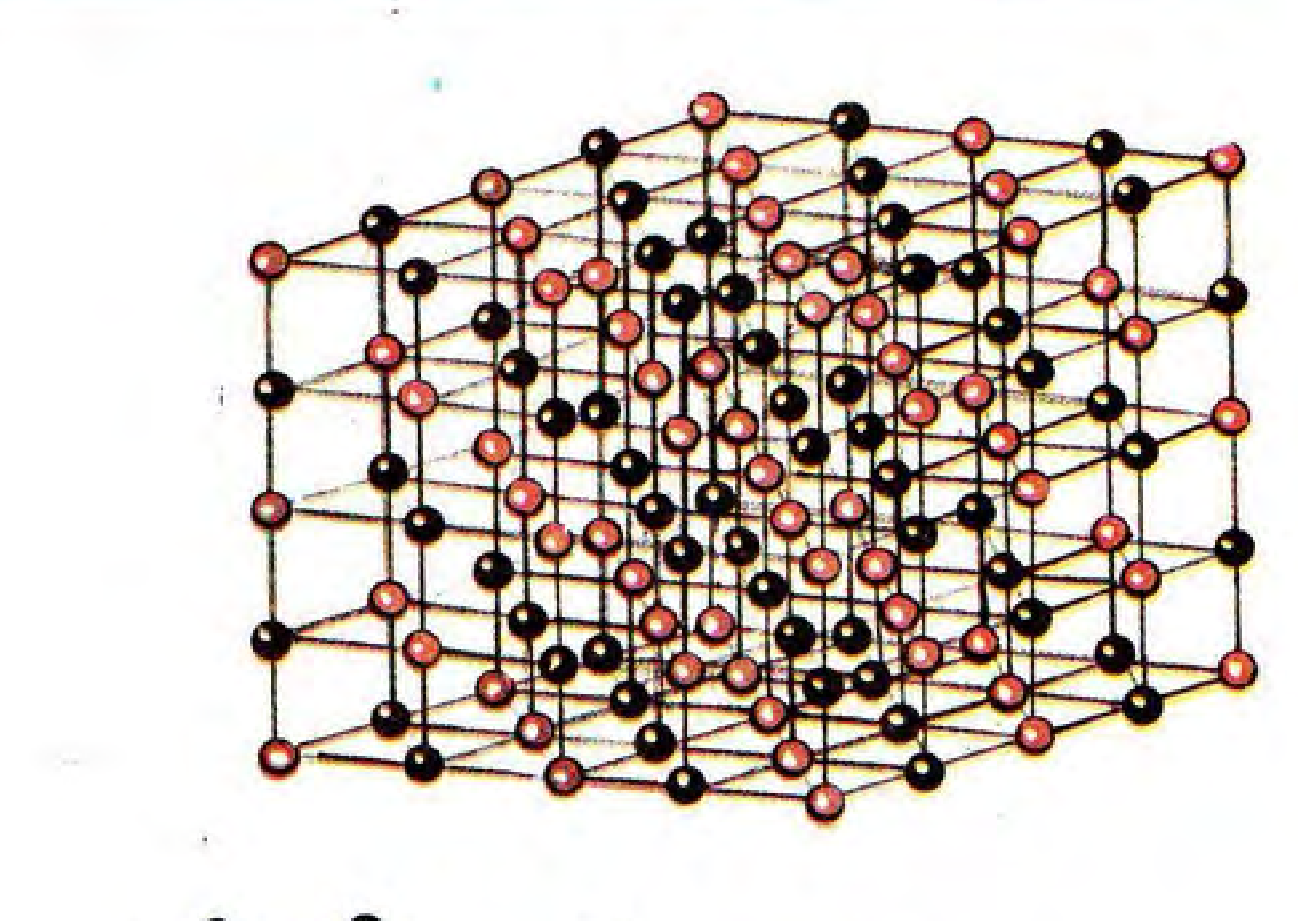
وسُرعان ما أَدركَ[5] العلماءُ الإمكانات المدهشة العجيبة التي تُوفِّرها الأشعَّة السينيَّة للتشخيص الطّبي : فطالما أنَّ الجسمَ شفّافٌ إزاءَها[6] ، فقد باتَ بالإمكان تحديدُ موقِع أيِّ جسمٍ غريب فيه ، كما بات بالإمكان تمييزُ تفاصيل الكُسر كلِّها ، عَبرَ ظُلُمات الأَنسجة . وانطلاقاً ممّا لُوحِظ من تأثير الأشعَّة السينيَّة على الخَلايا الحيَّة ، فكَّر الأَطبَّاء ، منذُ عام ١٨٩٦ ، باستعمالها مباشرةً في علاج المرضى ؛ فكان مطلعُ عهدِ المعالجة بالأشعّة السينيّة ؛ وانفتحت أمامَ الطِبِّ آفاق واسعة شاسعة .

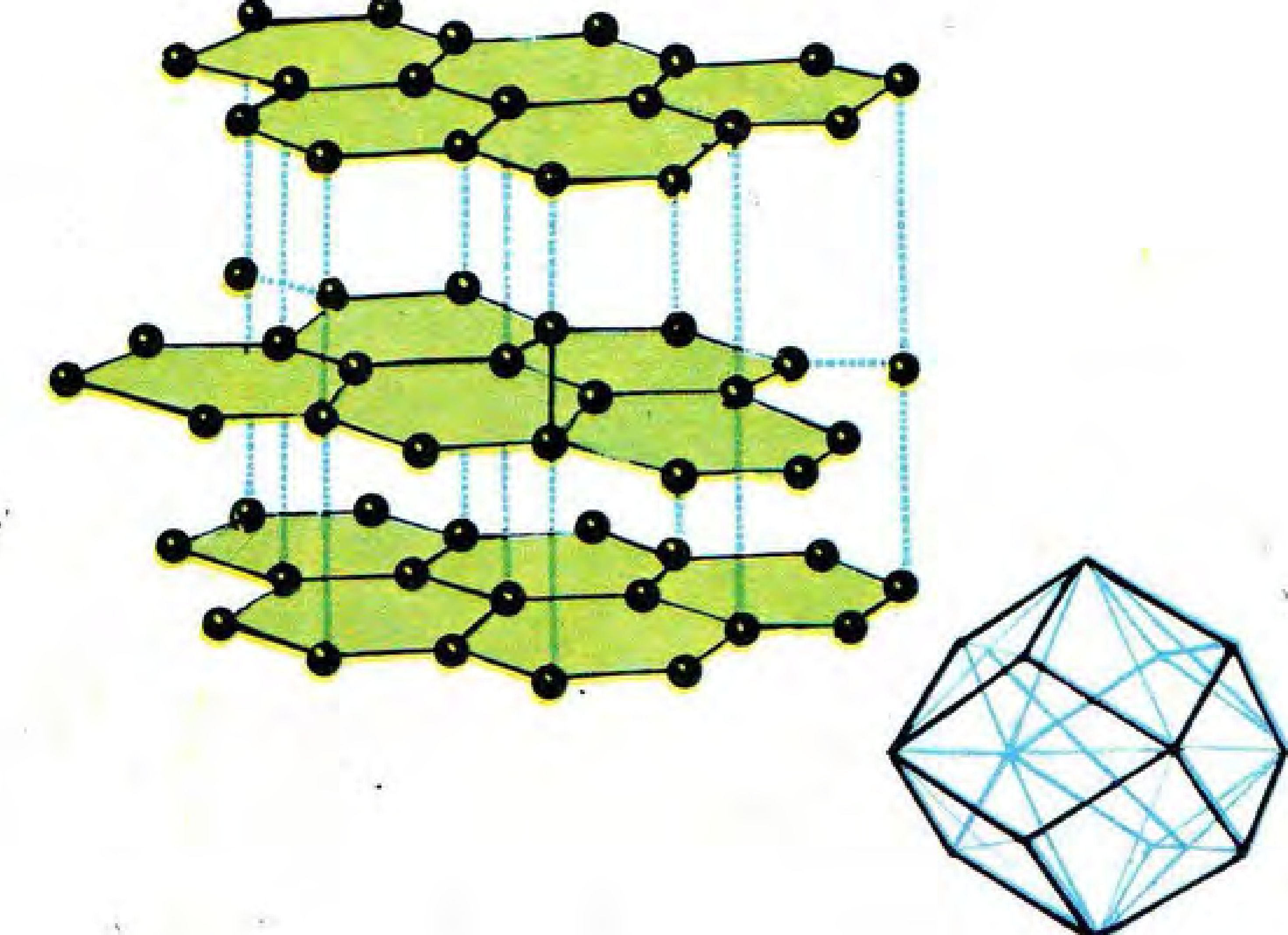
سيكتشفُ العِلمُ أنَّ الأشعَّة السينيَّة من نوع الأشعَّة الضَوئِيَّة ؛ إلَّا أنَّها أقصرُ منها طولَ موجة ، ممّا يوفِّر لها القدرةَ على التَغلغُل عبرَ الأجسام الصفيقة . وسيكونُ لإكتشاف هذه الأشعَّة نتائجُ لا حَصرَ لها ، على علم الفيزياء . فهي تلعب ، في دراسة تكوين البلَّوْريّات ، دَوراً أساسيًّا خطيراً . ناهيكَ[7] عن أنَّ المُعَدِّنين يَستعملونها باستمرار ، لفحص العيّنات التي يُحَلِّلونها .

ويمضي البحثُ العلميُّ قدُماً[8] ... فيجدُ « هنري بيكريل » نفسَه ، فيما كان يُحاول التَحَرِّي عن تلك الأَشعة ، أَمامَ ظاهرةِ النشاط الإشعاعيّ ، فإذا هو على عَتَبةِ عالمٍ جديد ، هو عالَمُ الذَرَّة والطاقةِ النَوويَّة ...



– بلّوْرة ملح صخريّ (كلورور السوديوم ، أو ملح الطعام) وبنيتُها ، كما تظهر بواسطة الأشعّة السينيَّة . لآلِئ حمراء هي إيونات السوديوم ؛ ولآلِئ سوداء هي إيونات الكلور . –





– بلّورة غرافيت ، تظهر فيها ذرّاتُ الفحم في أشكالِ مُسَدَّساتٍ تنتظم طبقاتٍ طبقات .



– صورة إشعاعية ليَد .

التفسير

١ – تَتغشّى الصورة : تتغطّى بغشاء ، فتضيع ملامحُها .
٢ – صَفيق : كثيف ، غير شفّاف .
٣ – الفضول : حب المعرفة والاكتشاف .
٤ – أَيقن يُوقِن : عرف معرفةً ثابتة .
٥ – أدركَ الأمرَ : فهِمَه .
٦ – إزاءَها : أَمامها .
٧ – ناهيكَ عن ... : فضلاً عن ...
٨ – مَضى قُدُماً : تقدَّم ، تطوَّر .

الأسئلة

١ – ما هو أُنبوب «كروكس» ؟
٢ – ما الذي لفت انتباه العالِم «وِلْهِلم رُنتجن» في الأشعّة الكاتوديّة ؟
٣ – ما الذي أثار فضوله ، وحمله على الاعتصام في مختبره ؟
٤ – لماذا سمّى «رنتجن» الأشعَّة التي اكتشفها الأشعَّة السينيّة ؟
٥ – هل لاحظتَ عامل الصدفة في الاكتشاف العلميّ ؟ بيِّن ذلك .
٦ – كيف تُستعمل الأشعَّة السينيّة في الطب ؟
٧ – كيف تُستعمل الأشعّة السينيّة في الفيزياء ؟
٨ – هل لاحظت كيف يقود الاكتشاف العلمي الى مزيدٍ من الاكتشافات ؟ بيِّن ذلك .

وِلادَةُ حَضَارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادّة شفّافة • الدّولاب جهاز نقل • طيّارة الورق ، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورَق ، مطية الفكر • الطرقات ، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

النَّقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِّياتهَا الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين ، في طقم الفرس ، خلاص للمرهقين
٨ - " دولاب بسكال " جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط .

مِنَ الحِرَف اليَدويَّة الى الصِّنَاعَة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من " السلحفاة " الى " الصاعقة "
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة " كونيو " البخارية الى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل " فرنكلين " • من المنطاد إلى البالونات الفضائية .
١٣ - تلغراف " شاب " • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها .
١٤ - بطارية " ڤولتا " • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ - " لينيك " و " الستيتسكوب " • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الحياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء .
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدّر .

العَالَم يُبدّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسّرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن .
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة .
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة .

مِنَ الـذَرّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السُفن البُخارية ، والمناطيد والغوّاصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصّناعيّة بفضل البخار والكهرباء والآلة . فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والسّكة الى عيدان الثقاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدرّاجة الى التربينة ...

تأليف : ف . لوت
رسوم : ب . بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة